

土壤調査

第1部 土壤特性調査

土壤特性調査の手順

土壤特性観測サイト:

土壤特性調査では、少なくとも 2 個所の観測サイトが必要となります。一つは土壤水分観測サイト（第2部：土壤水分調査を参照）に隣接する地点で、もう一つは生物観測サイト内の地点です。それぞれの観測サイトで、穴を掘り土壤を調査します。1m 以上の土壤断面が得られる地点が理想的です。

頻度:

それぞれのサイトで、土壤構造、土壤の色（土色）、土性、密度、pH、粒径などの測定を 1 度だけおこないます。その地域の土壤分布に興味があるなら、さらに、他の地点で観測を続行してもかまいません。

土壤特性観測サイトの選定:

観測サイトを選定する場合次のことに注意してください。

穴を掘るのに安全な地点を選んでください。埋設物（電気、水道、ガス管など）を切断しないように、関連会社や管理者に問い合わせてください。

自然な植生のある地点、または周囲を代表するような地点で比較的平坦な場所を選んでください。

手の加えられていない地点を選んでください。建物、道路、小道、運動場など、工事の影響を受けている場所から、少なくとも 3m は離れたところにしてください。

得られる土壤断面に太陽光があたるような地点を選んでください。土壤特性の調査時に、裸眼観察や写真撮影がやりやすいようにしてください。

土壤層を露出させる:

オーガ法

オーガ法は、本来は垂直な土壤断面を、地表面に再現する方法です。この方法では、可能な限り深く（ただし 1m 以内）穴を掘っていきます。Dutch オーガまたはシャベルを使用するのがいいでしょう。土壤に適したオーガを用いるようにしてください。巻末資料に示した Dutch オーガは、石の多い、乾燥し密度の高い土壤に適しています。

土壤試料を掘り出すごとに、その試料を地表上に順次並べていき、土壤の連なりやその特徴を再現していきます。後述する実験室での分析のために、十分試料を採取してください。

穴を掘ったらすぐに作業A、B、C（土壤特性（野外調査）を参照）をおこなってください。
作業終了後は、穴を埋め戻してください。

採掘法

深さ約1mの十分に広い穴を掘って、土壤断面の観察を直接おこなう方法です。掘った土は土壤層毎に分けておきます。

穴を掘ったら、すぐに作業A、BおよびCをおこなってください。作業後は、掘った土を土壤層ごとに埋め戻してください。

穴を掘ることが困難なら、親、他の教師、管理人や農業関係者（訳者注 日本では農業試験場や農業改良普及員）などに相談してください。

観測を開始して数ヶ月以内に、観測サイトの詳細について調査・記録する時間を設けてください。GPSの測定、MUCによる土地被覆分類などが必要となります。観測サイトやデータ収集時の付加情報はノートに記録すると共に、GLOBE ジャパン中央センター事務局にFAX/MAIL等で連絡してください。

これらの情報は必ずしも必須のものではありませんが、科学者やこれらのデータを使おうとする人にとって極めて有用な情報となります。

プロトコル1 野外での土壤特性調査

- 目的：観測サイトの土壤の特性を知る。
 - 観測サイトに関する付加情報を得る。
 - 実験室での分析のため試料を土層ごとに採取する。
- 概要：このプロトコルは3つの作業から構成されます。
 - 最初の作業Aは、2個所の観測サイトでの土壤観察です。それぞれのサイトで、1mの土壤の断面を露出して土壤特性を調査します。これが困難なら、10cmの深さの土壤試料で観察をおこないます。
 - 次の作業Bは、観察サイトの付加情報の調査です。
 - 最後の作業Cは、実験室での土壤分析用に土壤試料を採取することです。
- 時間：土壤断面の露出、野外調査、試料採取には、次の時間が必要です。
 - 採掘法に1日
 - オーガ法に1~2授業時間
 - 10cmの深さでの採取に1授業時間
 - 土壤試料の乾燥に少なくとも2日間
 - 実験室での分析に1~2授業時間
- レベル：全てのレベル

- 頻度：2個所の観測サイト（土壤水分観測サイトと、生物観測サイト）において、それぞれ1回。
- コンセプトと技能
コンセプト：horizon（土層）、color（土色）、texture（土性）、root distribution（根の分布） 土壤の観測内容は、土地利用、気候、母相、地形などの要因によって影響を受けます。 試料採取
技能：土壤の特性の記述、クリノメータの使用、地形の記述、試料の採取、実験室での分析のための試料調製
- 道具と資料：移植ゴテ、シャベル、Dutchオーガ（巻末資料参照）、土壤を加湿するための水を入れた噴射口付きボトル（よく洗った洗剤瓶など）、土壤をのせるための紙またはゴミ袋、土層の厚さを測るためのメジャー、土層の境をつけるための20本ほどの釘またはゴルフティー、データワークシート、筆記用具、画板、タオル、土壤試料を運ぶための1リットル程度の容器を必要数（プラスチックバッグなど）、容器に封をするための粘着テープ、土壤試料や道具を運ぶための箱、油性マジック、クリノメータ（上地被覆プロトコルで使うものと同じ）、カメラとフィルム（カラー）、ノート、「土壤特性特徴シート」（巻末資料参照）
- 準備：観測サイトを決めて、道具や試料を揃えます。穴を掘るための手配をしておきましょう。
- 前提条件：特になし

作業 A: 土壌特性の記述

何をどのようにおこなうのか。

1. 土壤水分観測サイトと生物観測サイトの2個所で土壤断面を記述します。土壤断面を露出させる（できれば1mの深さ）には以下の2つの方法があります。
 - a. Dutch オーガを使う方法。（オーガ法）
Dutch オーガは土壤を順次採取していく器具です。採取した土壤を、地面の上に敷いた紙またはゴミ袋の上に順番に並べていきます。
 - b. シャベルなどで穴を掘る方法。（採掘法）
いずれも困難な場所では、3つめの選択として、シャベル等で10cmの深さまで土壤を採取し、それを試料とする方法もあります。
2. 生徒たちに土壤の特性や土層について解説します。
3. グループごとに穴を掘る道具、水ボトル、釘（ゴルフティー）、タオル、メジャー、「土色表」を使って土壤断面を観察します。他のグループは観測サイトの斜度などの測定や記録をおこないます。データシートはグループごとに記録してください。グループごと

に、掘った穴の断面を削って新しい土壤断面を露出させ、新たな観察をおこなってください。Dutch オーガで採取する場合は、前に採取した場所のすぐ近くの所で同じ方法を用いてください。

4. 土壤断面に太陽の光があたるように配慮してください。土壤の上部から下部に向かって、土壤の特徴をよく観察して、土層とその特徴（土色、土壤構造、密度など）を識別してください。
5. 土壤断面から、注意深く土壤の断片を採取してみます。断面の異なる部分ごとに、採取が容易か困難か、採取した土壤断片の大きさや形などにも注意を払いましょう。土壤断面の特徴（色、根の分布、石の大きさや量、団塊の種類、ミミズや虫などの動物、ミミズの穴、その他なんでも）を充分に観察してください。土層を識別するのに役に立ちます。
6. 土層の境界がわかつたら、釘またはゴルフティーで土層の境を明確にしてください。
7. 上の土層からはじめて、土のかけらを手にとって観察しましょう。できるだけ構造を壊さないようにしてください。そして、土色、土壤構造、土性、密度などを観察します。一つの層の試料の特徴の記述が済んだら、次の層の観察を同様におこないましょう。
8. 生徒たちは土層ごとに、以下の特性について観察します（巻末資料参照）。
 - a. 土層の名前（A, E, B, Cなど）
 - b. それぞれの土層境界の深さ（cm 単位）
 - c. 掘った穴の深さ（cm 単位）
 - d. 土壤の構造（granular, blocky, massive, など）
 - e. 「土色表」による土色の決定（マンセル単位:Hue, Value, Chroma）
 - f. 土壤の密度（loose, friable, firm, extremely firmなど）
 - g. 土性（silt loam, sandy clayなど）
 - h. 根の存在
 - i. 石の存在
9. わかつたことをデータワークシートに記録し、GLOBE データサーバに送信してください。

土壤特性観測サイトの追加

通常、15km 四方のグローブ観測サイトの中には数多くの土壤種が存在しています。2 個所のサイト以外での土壤特性データの採取は、貴重な科学データをもたらすばかりでなく、教育的にも重要な機会となるでしょう。

是非、そうした場所を観察して GLOBE データサーバに送信してください。
穴を掘らなくても土壤特性の観察が可能な場合もあります。たとえば道路脇の斜面などです。
ただし、表面は風化しているので、新しい断面を出すためにシャベルなどで表面を削ってから観察をおこなってください。

また、掘削現場なども面白い対象でしょう。常に安全性を考慮して、必要な許可を得てください（訳者注：日本の場合、土地利用が窮屈なので、地形的に脆弱な場所での観察は、観察者の安全のみならず、地形の保全も考慮してください）。

作業B 観測サイトの付加情報

何をどのようにおこなうのか

1. 観測した土壤断面の写真を撮り、そのコピーをデータワークシートに記載されている GLOBE アメリカの科学者に送付してください。穴を掘って土壤断面を露出している場合（掘削法）地表面が 0cm となるように、土壤断面に沿ってメジャーをおいてください。穴の外から断面を撮影し、できれば撮影者の後ろに太陽があるようにして、断面を明るく照らして撮影してください。

Dutch オーガの場合（オーガ法）は、紙やゴミ袋上に横たえた土壤断面の脇にメジャーをおいて撮影してください。地表層に相当する部分に 0cm 側がくるようにして、太陽を背に写真を撮ってください。

いずれの場合も、穴の周りの景観の写真も撮っておいてください。

2. クリノメータ（土地被覆／生物測定の章を参照）を用いて観測サイトの斜度を測定し、データワークシートに記録してください。

- a. 背丈がほぼ同じ生徒を 2 人選んでください。
- b. 穴を横切るスロープでもっとも斜度があるところを測ります。クリノメータをもった生徒がスロープの下に行き、もう一人が反対の方向に立ちます。
- c. クリノメータをもっている生徒は、相手の目の高さでスロープの角度を測ります。
- d. 読み取った斜度を記録してください。

3. 主だった建物、たとえばビルや電柱、道路からの距離を記録してください。

4. 観測サイトを特徴付けているものを何でも記録してください。

（以下のことは、現時点では GLOBE には報告する必要はありませんが、参加校側で記録しておくといいでしよう）

「穴の中や周辺地域でどのような植物や動物を見つけましたか？ミミズやアリなどの小動物はいましたか？」

「どのような母材からこの土壤ができたのでしょうか？岩盤でしょうか？もしそうなら岩石の種類についても調べてみましょう。土壤は風成、水積のものなのか、氷河堆積物か火山堆積物なのかわかりますか？地質学についてのより詳しいことは、地域の図書館で調べることができます。」

「観察した場所は地形的にどのようなところにありますか？丘の上か、斜面か、丘の

下ですか？近くに川が流れていますか、または台地のような平坦なところですか？」

「穴を掘ったところの一般的な気候は？日が当たりますか？影になっていますか？暑いか、寒いか、湿っているか、乾燥していますか？」

「あなたの観測地域での最近の土地利用状況はどうですか？長期間保護されてきたところですか、それとも耕作されていますか、木を伐採していますか、建設中ですか、人工的な手を加えられていますか？」

5. 気がついたこと全てをデータワークシートに記録してください。

6. GPS レシーバによって緯度、経度、高度を測り、それを記録してください。

作業C 土壤試料の採取

何をどのようにおこなうのか

1. 土層ごとに 1 リットル容器を用意して、土壤試料を注意深く詰めてください。試料が手で汚染されないよう、できるだけ道具を使うようにしてください。
2. 採取した試料から、2mm 以上の小石や岩石を取り除いてください。また、葉や根、小動物など土壤以外のものを取り除いてください。
3. 採取した容器はテープなどでしっかりと封をしてください。外側にはラベルを貼り、油性マジックで以下のことを記してください。
 - a. 試料番号
 - b. 土層の名称
 - c. 土層の深さ（層の上部と下部）
 - d. 採取した年月日、生徒、先生の名前、クラスの名前
 - e. 観測サイトの位置（可能なら GPS 測定値）と名称
4. 穴を埋め戻してください。
5. 土壤試料を注意深く教室に持ち帰りましょう。

プロトコル 2 実験室での土壤特性調査

- 目的：採取した試料の土壤 pH、粒径組成を測定する。
- 概要：教室または実験室で土壤試料を乾燥し、土壤 pH、粒径組成を測定する。
- 技術レベル：中級レベル、上級レベル
- 頻度：2 個所の土壤特性観測サイトでそれぞれ一回
- コンセプトと技能
コンセプト：土壤 pH、粒径組成、土性

技能：試料の扱い方、測定、データの記録、測定器具の使用

● 道具と資料：

土壤試料の乾燥：新聞紙、土壤試料保存用 1 リットル容器

pH 測定：土層ごとに 3 つの 50ml ビーカー、さじ、pH ペンか pH メータ、ガラスの攪拌棒、蒸留水、100ml メスシリンダ、データワークシート

粒径組成分析：土層ごとに 3 つの 100ml メスシリンダ、蒸留水、メスシリンダに合うゴム栓 3 個、さじ、土壤分散剤 (sodium hexametaphosphate (通称カルゴン) か、皿洗い機で使用する泡をださない洗浄剤)、懐中電灯、ストップウォッチまたは秒針がある時計、データワークシート

前提条件：土壤特性（野外調査）が終了していること。

作業A：土壤の乾燥

何をどのようにおこなうのか

1. 部屋の中で土壤試料を広げて風乾できる場所を選んでください。日光が差し込む窓際が理想的です。
2. そこに新聞紙を広げてください。
3. 土層ごとに、土壤試料を新聞紙の上に注意深く広げてください。土層が混じらないように注意してください。試料を薄く平らに広げて、均一に乾燥されるようにします。
4. 容器のラベルを転記して、広げた試料にもラベル付けをしてください。
5. 乾燥する前に、石、根など土壤以外のものを取り除いてください。土壤が汚染されてしまうので、手は使わないようにしてください。（訳者注：ただし、粘土の作用で粒子が結合しあい、大きな固まりになっていますので、土壤が湿っている間にやわらかく土の固まりをつぶしてください。）
6. 均一に乾燥するまで数日間、土壤を放置してください。乾燥すると、土層ごとの色の違いや、構造の違いが観察しやすくなります。
7. 乾燥した土はそれぞれの土層ごとに、ポリ袋などの新しい乾燥した容器に入れて、封をし、再びラベルを貼っておきます。土壤 pH と粒径組成の測定をするまで、安全な乾いた場所で保存してください。

作業B:pH

土壤の pH は土壤の化学性、肥よく性の指標になります。土壤の pH は水の pH と同じで、中性付近の土壤は pH7 を示します。7 より低ければ酸性で、7 より高ければアルカリ性です。土壤の pH は、土壤中の元素の反応に影響を及ぼし、結果として土壤のさまざまな特性を左右す

4. 土壤水分計 2 分體式土壤水分計。土壤含水量測定器。
3. 蒸餾水 90ml 及 2 瓶乙酸溶液。
- 乙酸溶液：土壤 pH 值為 1.5 時，取 10g 土壤加蒸餾水 100ml，攪拌後過濾，取上清液加乙酸至 pH 值為 1.5，即得。
- 乙酸濃度：土壤 pH 值為 1.5 時，取 10g 土壤加蒸餾水 100ml，攪拌後過濾，取上清液加乙酸至 pH 值為 1.5，即得。
2. 10% 土壤分散劑 2ml 加入土樣中。10% 氯化鉀溶液、100ml 蒸餾水及 10g 土壤。
3. 土樣分散後，將土樣加入 30ml 軟膜土壤中，並用蒸餾水沖洗，使土壤充分分散。
4. 將土壤分散後，取 10g 土樣，加入 30ml 蒸餾水，並用蒸餾水沖洗，使土壤充分分散。
5. 土樣分散後，取 10g 土樣，加入 30ml 蒸餾水，並用蒸餾水沖洗，使土壤充分分散。

河床泥沙的物理化學分析

作業C: 土壤的粒徑組成

1. 請知 pH 的影響溶液 pH 大於或小於 pH 7 時，土壤 pH 值會變大或變小。
2. 將一塊土樣切下，量出其長、寬、高，計算其比例。
3. 將土壤切下後，量出其長、寬、高，計算其比例。
4. 將土壤切下後，量出其長、寬、高，計算其比例。
5. 將土壤切下後，量出其長、寬、高，計算其比例。
6. 將土壤切下後，量出其長、寬、高，計算其比例。
7. 將土壤切下後，量出其長、寬、高，計算其比例。
8. 將土壤切下後，量出其長、寬、高，計算其比例。
9. 將土壤切下後，量出其長、寬、高，計算其比例。
10. 將土壤切下後，量出其長、寬、高，計算其比例。

pH < 7 與 pH > 7 時土壤測定的方法

河床泥沙的物理化學分析

- (1) pH 的影響溶液 pH 大於或小於 pH 7 時，土壤 pH 值會變大或變小。
- pH 影響土壤 pH 值的因素：土壤 pH 值、附近水系（地下水、河水、湖水等）、鹽類存在、育苗方式植物根系吸收、腐殖酸以及土壤 pH 值的改變。
- 為何重要？土壤 pH 值對植物有重要影響。例如，植物吸收土壤中的養分能力與土壤 pH 值有關。

土壤剖面上的各土壤层中，不同的土壤类型比较其各自的电导率、电容率等、第一层

- 1) $\frac{40 \text{ 分間で} \times 100\%}{\text{最初の土壤の乾燥量}} = \text{乾燥率} (\%)$
 - 2) $(30 \text{ 分間で} \times 100\%) / (40 \text{ 分間で} \times 100\%) = \frac{\text{乾燥率}}{\text{初期水分量}} = \text{水分移動率} (\%)$
 - 3) $100 - (\text{乾燥率} + \text{水分移動率}) = \text{持土率} (\%)$

—土壤試料化糞池—3組的結果分別為5.5克/升、4.0克/升、2.1克/升，指標均有%
體積比的增加。

出資の主権の割合の問題

最初的 40 分钟里，你必须在沙发上休息一下。然后，上床时尽量把大衣、重衣服和鞋子脱掉，最好把它们放在床头柜上。睡觉前 30 分钟，你应该喝一杯温水，或者一杯热牛奶，或者一杯茶，或者一杯咖啡，或者一杯果汁，或者一杯白开水，或者一杯温水，或者一杯白开水，或者一杯白开水。

4. 指引激励与奖励机制：根据考核结果给予适当的奖励或激励，如晋升、奖金、表彰等，以激发员工的工作积极性。

5. 提供必要的培训和支持：定期组织员工进行专业技能培训和职业发展指导，帮助他们提升技能水平，增强职业竞争力。

6. 强化沟通与反馈：建立有效的沟通渠道，定期向员工反馈工作表现，及时指出不足并提出改进建议，增强员工的归属感和认同感。

7. 建立公平公正的评价体系：确保评价标准公开透明，评价过程公平公正，避免主观偏见，提高评价结果的可信度。

8. 长期激励与短期激励结合：综合考虑长期发展和短期目标，设计合理的激励计划，如股权激励、长期绩效奖励等，激发员工的长期动力。

巻末資料の三元土性図を用いて、土壤の粒径組成に対応する土性の名称を調べます。

砂、シルト、粘土の割合が明らかになった試料を保存するのもいいでしょう。触感による土性調査の際に「標準試料」として用いることができます。

データ送信

測定したデータを巻末にあるデータワークシートに記入してください。何枚ものシートが必要になるので、必ずコピーをして余分な枚数を用意してください。

同じ土壤断面に対するシートはホッチキスで綴じてまとめておきましょう。わかったことを GLOBE データサーバに送信してください。

第2部 土壤水分調査

- 目的：土壤に含まれる水分を重量計量法ではかる。
- 概要：
 - a. 土壤試料の採集
 - b. 試料の重量の測定と乾燥後の再測定
 - c. データ送信

上級レベルの生徒には、土壤水分の測定に導電率を用いる実験方法もある。

- 時間：
試料の採集に 15 分間、1 回目の重量測定に 15 分間、2 回目の重量測定に 15 分間。
試料はオープンで一晩乾燥させる。

- 頻度：毎月 1 回。1 日またはそれになるべく近い日におこなう。

- 技術レベル：初級レベル、中級レベル、上級レベル

- コンセプトと技能

コンセプト：土壤は水分を含む。

水分は体積同様、その重さでも表す事ができる。

土壤水分は降雨後に増加するが、その増加量は様々な要因により変化する。

土壤水分は晴天の乾燥した日には減少する。乾燥していく度合いもまた、様々な要因により変化する。

技能：天秤の使用、データの記録

- 準備：土壤水分観測サイトを定め、観測機器を運ぶ。

- 前提条件：大気観測サイトが選定されていること。

準備

生徒は簡単な手順で土壤水分を測定します。土壤試料の重さを量り、乾燥させた後、再び重さを量ります。その差が土壤水分となります。

どの生徒も重量測定をおこないます。

初級レベルの生徒は、降雨計から 100 メートル以内の観測サイトで、月に一回測定をおこなってください。

星形の枠の中の毎回違った場所で試料を採集し、測定をおこないます。土壤試料は深さ 0~5cm のところから採取します。

毎月 1 つの試料を採集しますが、3 ヶ月に 1 回（季節ごと）は、測定の質を高めるためにさらに 2 つの試料を採集します。

中級レベルの生徒は、降雨計から 100 メートル以内の観測サイトで、月に一回測定をおこなってください。

測定は、トランセクトに沿って採集した試料でおこないます。土壤試料は深さ 0~5cm のところから採取します。

毎月 11 個の試料を採集しますが、3 ヶ月に 1 回（季節ごと）は、測定の質を高めるためにさらに 2 つの試料を採集します。

（トランセクト：植生を横切して作った帯状標本地）

上級レベルの生徒は、毎月、星形の枠の中の毎回違った場所で試料を採集し、観測をおこないます。

試料は、4 つの異なる深さ（10, 30, 60, 90cm）から採集します。

最初は、大気観測サイトの近くでこれらの深さの土壤試料を採集し、降雨・降雪と土壤水分との関係を調べます。

上級レベルの生徒には、石膏ブロックによる方法で土壤水分を測定することを推奨します。

土壤水分観測サイト

土壤水分の観測サイトは以下ののような場所が理想的です。

Unirrigated 溼溉されていない場所

太陽と自然の降雨に対する土壤の反応を調べるため、水が流れていなことが重要です。

Uniform 均質な場所

少し離れたところでも、土壤水分量が大きく変化することがあります。

区域を代表する場所を見つることが大切です。

比較的平坦で、土壤の性質と植生が均一な場所を探しましょう。

Relatively undisturbed 荒らされていない場所

建物・道路・歩道・運動場など、土壤が人為的に固められたり搅乱された区域から、少なくとも3m離れた場所にしてください。

Safe for Digging 安全に掘ることができる場所

公共のケーブルや灌漑設備などに影響を与えないよう、地域の公共機関や管理人に確認してください。

頻度：

土壤水分は、毎月1回、1日またはそれになるべく近い日に測定します。

地面が凍結しているときは観測する必要はありません。

毎回同じ時間に観測をおこない、露が降りる早朝を避けてください。土壤水分はゆっくりと変化していくので、観測の時間を厳密に決める必要はありません。

データの向上：

少なくとも季節ごとに、複数の試料を採集してデータの品質や均一性をチェックすることを勧めます。

通常一つ採集している試料を、10cm以内の地点で3つ採集してください。

一貫性をもつために、四季の初めに3つの試料を採集してください。

忘れないように教室に採集表を貼るのも一案です。

作業A：試料の採集

道具と資料：

- 筆記用具とノート
- データワークシート
- コンパスと10mのテープ
- 移植ゴテまたはDutchオーガ
- Dutchオーガから試料をはずすためのドライバまたはナイフ
- 2~12個の土壤試料採集缶（きつく蓋のできる小さいガラス瓶など）

- 土壤缶にラベルをつけるための接着テープとペン
- 25cm 定規、メートル尺
- 5m ごとに結び目を付けたロープ

各試料は、ひとつの地点につき約 100 グラム採集してください

星形の枠での採集(初級レベルの生徒)

毎月、直径 2m の星形（もっと頻繁に採集するならば、より大きな星形にする）のひとつの地点から試料を採集します。星形を作るのは、メートル尺を用いて、中心の目印から東西南北に約 1m の 4 カ所を決めます。それら 4 カ所のポイントを通る円上に、各ポイントの中間点の 4 カ所を決めます。これで星の 8 つの頂点が決まります。必要であれば、中心の目印から南北・東西の線に沿って 25cm の所にさらに 4 つのポイントを決めてください。翌年は、前年の星形から 10 メートル以内のところに、新たな中心の目印を選びこれを繰り返します。移植ゴテを使って、表層土壤水分の試料を一つ採集するのに、およそ 5~10 分かかります。

トランセクトに沿っての採集(中級レベルの生徒)

可能であれば、降雨計の近くの開けたところに 50 メートルの直線をとります。これがトランセクトとなります。毎月、この線に沿って 5 メートルごとの地点の土壤水分を測定します。旗や目印をトランセクトの両端に置きます。採集位置は結び目のついたロープを使って決めます。方向は関係ありません。次にトランセクトから試料を採集するときは、前回観測した地点を避けて、25cm ずらしてください。測定機器を皆で共有していたり、土壤特性などを同時に測定する場合、トランセクトの割り付けや採集には、およそ 1 時間かかるでしょう。

異なる深さでの採集(上級レベルの生徒)

大気観測サイトの近くで、前述した星形の枠の周辺で試料を採集します。同じ穴の 10、30、60、90cm の深さの所から試料を採集します。土壤の深さがこれに達しない場合には、採集可能な深さでやめてください。それぞれの深さで試料を 100g 採集します。穴にこぼれ落ちた土はとらないでください。もしオーガが障害物にあたったら、25cm ずらしてやり直してください。状況にもよりますが、90cm の穴を掘り、試料を採集するのに 30~60 分間かかるでしょう。

準備

1. 実行手順と試料の採集法を理解します。
2. それぞれの缶に整理番号を記したラベルを貼ってください。
3. 観測サイトの位置と特徴を記録します。

星形およびトランセクトでの採集の手順

1. 地表面の状態を記録しましょう。短い草(10cm 以下)、長い草が生えているか、または裸地ですか？掘り起こすか、引き抜いてください。樹木で覆われていたり、樹木が近くにある場合もその旨記録してください。
2. 直径 10cm、深さ 5cm の穴を掘ります。穴の中にこぼれた土は取り除きます。
3. えんどう豆（約 5mm）よりも大きな石は取り除きます。
4. 土壌試料採取缶におよそ 3/4、約 100g の土を入れてください。
5. 缶に番号を付け、日付、時間、深さ、缶の番号をデータワークシートに記録します。
6. 残った土を丁寧に穴に戻してください。
7. 缶を密閉し、熱や日光を避けて保管してください。

異なる深さでの採集

上級レベルの生徒

1. 最初の目的である深さ 10cm までオーガで穴を掘ります。
2. オーガで約 100g の土壌試料を切り出します。
3. 目標の深さ近傍の土壌を集めてください。
4. えんどう豆（約 5mm）よりも大きい石は除き、土壌収集缶におよそ 3/4、約 100g の土を入れます。
5. 缶に番号を付け、日付、時間、深さ、缶の番号をデータワークシートに記録してください。
6. 缶をきつく密閉し、熱や日光を避けて保管してください。
7. 同じ穴のそれぞれの深さ (30, 60, 90cm) で 1~6 の手順を繰り返してください。

作業B: 試料の計量と乾燥

道具と材料

- オーブン
- 精度 0.1g の天秤
- 土壌の缶をオーブンから取り出すための鍋つかみ
- データワークシート

準備

1. オーブンを 105°C に予加熱します。
2. 基準重りで天秤を較正します。

この値は、前回に記録した基準重りの重さの 0.25g 以内でなくてはなりません。

乾燥手順

1. 土壤試料缶のテープを全てはずしてください。
2. 土壤試料を缶に入れたまま計量します（缶+蓋+土）。これが湿重量となります。
3. 日付、時間、缶の番号、0.1 g の桁までの重量を、データワークシートに記録してください。
4. 試料をいれた缶の蓋をはずし、次の方法のいずれかで乾燥させてください。
蓋も同時に乾燥させてください。
 - a. 通風乾燥できるオーブンを 95°C から 105°C に設定して 10 時間乾燥させてください。
 - b. 脱水乾燥できるオーブンを 75°C から 95°C に設定して 24 時間乾燥させてください。
 - c. 電子レンジ（マイクロウェーブオーブン）を高温に設定し、安全な容器を使い 5 分間加熱します。
加熱する毎に重量を測定し、0.25 g 以上の変化がなくなるまでこれを繰り返し、試料を乾燥させてください。
5. 鍋つかみなどをして、缶をオーブンから取り出します。5 分ほど冷ましてください。
6. 試料の入ったの缶と蓋を再計量します（缶+蓋+土）。これが乾重量となります。
7. 日付、時間、0.1 g の桁までの重量を、データワークシートに記録してください。
8. それぞれの缶から土を取り出して空にし、ペーパータオルで缶を拭ききれいにしてください。
9. 乾燥した空の缶と蓋を計量します。これが缶重量となります。
10. 0.1g の桁までの各重量をデータワークシートに記録し、同時に乾燥方法を記録してください。
11. 土壤試料ごとについて 1~10 の段階を繰り返します。

作業C:データの送信

以下のことを GLOBE データサーバに送信しましょう。

- 試料を採取した日付と時間
- 土壤試料缶の番号
- 採取した地点の深さ (cm)
- 湿重量(g)

- 乾重量(g)
- 缶重量(g)

可能であれば以下のことも GLOBE ジャパン 中央センター事務局に FAX/MAIL で報告しましょう。

- GPS レシーバを使って調べた観測サイトの緯度、経度、高度。
- 土壌の分類
もし時間があれば、プロトコル 1 にしたがってできるだけたくさんの土壌特性を調べて報告しましょう。
- 観測サイトの分類
「土地被覆/生物測定」の説明に従って土壌水分観測サイトを分類し、MUC 分類レベル 4、土地被覆、樹冠被率などを調べてみましょう。

土壤温度プロトコル

- 目的：表面近くの土壤温度を測定すること。
土壤温度の日変化を観測すること。
- 概要：棒状温度計を用いて、地表面から 5cm、10cm の深さの土壤温度を計ります。土壤温度は、気候（主には気温と降水）、土壤の性質、土壤水分、深さ、それに地形的な状況の要因によります。この観測では、データを收拾し、上記の関係を検討します。
- 時間：一つの観測で 10 分から 15 分です。
- レベル：全てのレベル
- 頻度：
毎週：5cm と 10cm の深さで 3 回の測定
季節毎：5cm と 10cm で（3月、6月、9月、12月のいずれか 2 日間連続）2 または 3 時間おきに測定。
- キーコンセプト：土壤は孤立した別個の層である。土壤温度は、深さ、土壤水分、気温によって変動する。土壤温度の変動は気温より小さい。
- 技能：計器の読み方、野外での観測場所の選定方法、関連した現象（気温、水分など）の観察、温度変化をグラフにする技能
- 材料と道具：感部が棒状のデジタル温度計、くぎとハンマー、6mm の穴があいた木製のブロック、補正温度計、
- 準備：必要なし
- 前提条件：必要なし